



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CERRO LARGO  
CURSO DE AGRONOMIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

**GEAN LUCAS VOGEL**

**DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE PLANTAS NA  
CULTURA DO MILHO**

**CERRO LARGO, RS  
2019**

**GEAN LUCAS VOGEL**

**DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE PLANTAS NA  
CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção de grau  
em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira  
Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Zambillo Palma

CERRO LARGO, RS

2019

#### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Vogel, Gean Lucas

DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE PLANTAS NA  
CULTURA DO MILHO / Gean Lucas Vogel. -- 2019.

40 f.:il.

Orientador: Prof. Eng. Agrícola Dr. Marcos Antonio  
Zambillo Palma.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2019.

1. Espaçamento entre Linhas. 2. População de Plantas.  
3. Produtividade. I. Palma, Marcos Antonio Zambillo,  
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.  
Título.

GEAN LUCAS VOGEL

DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE PLANTAS NA  
CULTURA DO MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso de  
graduação apresentado como requisito  
para obtenção de grau em Agronomia da  
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

04/12/19

BANCA EXAMINADORA

Marcos A. Z. Palma

Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFFS

Orientador

Gilmar Meinertz

Prof. Dr. Gilmar Meinertz – UFFS

Lisidio Luft

Eng. Agrônomo Lisedio Luft

## DEDICATÓRIA

*Especialmente a quem me deu a vida, à meu pai, Gilberto, minha mãe, Loiva, pois eles nunca mediram esforços para realizar meus sonhos, inclusive este, sendo meu maior porto seguro em todos os momentos, sejam eles de felicidades ou tristezas, sempre me apoiando em tudo, sem deixar que eu desistisse nos momentos de fraqueza. As mais lindas palavras não são capazes de expressar toda a gratidão, admiração e o amor que sinto por eles. A minha irmã, Greice, que também nunca mediu esforços para me ajudar, sempre me apoiando e incentivando, que acompanhou todos os anos da minha vida acadêmica e que nos momentos de turbulência, me aconselhava e me passava toda sua tranquilidade. Minha namorada, Franciéli, sempre disposta a me ajudar, em todos os momentos, seja eles de alegria ou tristeza, pelo incentivo, apoio e pela compreensão e paciência nas horas de ausência. Minha família, vocês são meu alicerce para viver, sem vocês nada seria possível, meu amor por vocês é o maior do mundo.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Primeiramente a Deus, por me iluminar, guiar e abençoar todo meu caminho.*

*À Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, pelo suporte para a obtenção do diploma de Agronomia.*

*A todos os professores que fizeram parte desta trajetória.*

*A toda minha família, mãe, pai, irmãos, namorada, sobrinho, pelo suporte, apoio, torcida e por acreditarem em mim.*

*Em especial ao meu orientador, Professor Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma, por confiar em meu potencial, pelas oportunidades que me foram dadas, por sempre me incentivar, por estar sempre disposto a ajudar sem medir esforços, pela amizade adquirida ao longe desta trajetória, além de ser também fonte de inspiração e busca de novos conhecimentos.*

*Aos amigos que me apoiaram e me acompanharam durante toda essa caminhada.*

*A todos que fizeram parte de toda esta trajetória, que me apoiaram, torceram e acreditaram em mim.*

*Muito obrigado!*

## RESUMO

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a influência dos diferentes espaçamentos entre linhas e das densidades populacionais na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*). O experimento foi realizado no município de Cândido Godói-RS, no local o solo é caracterizado como um Latossolo Vermelho. O delineamento experimental foi o Delineamento em Blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x3 com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por três espaçamentos e três densidades de plantas. A semeadura ocorreu no dia 22 de novembro de 2018. O sistema de cultivo empregado foi o convencional com uma escarificação e duas gradagens. Para semeadura utilizou-se o híbrido LG 6033VTpró2. Para realizar a avaliação de altura, foi realizada observando a distância entre a superfície do solo e inserção da última folha, o diâmetro do colmo foi mensurado através da medição localizada no primeiro entrenó da planta, para realizar a avaliação de altura de inserção da primeira espiga, mediu-se a uma distância acima do nível do solo aproximando a inserção da espiga superior, Concluiu-se que populações maiores aumentam a produtividade, altura de Inserção de primeira espiga, mas diminuem o diâmetro de colmo por planta. Espaçamentos menores, aumentam a produtividade/ha, porém espaçamentos maiores aumentam altura de planta, também aumentar o diâmetro de colmo.

Palavras-chave: Planta. Semeadura. Tratamentos. Diâmetro de Colmo

## ABSTRACT

The present work aims to evaluate the influence of different row spacings and population densities on corn (*Zea mays*) yield. The experiment was carried out in Cândido Godói-RS, where the soil is characterized as a Red Latosol. The experimental design was a randomized block design in a 3x3 factorial scheme with three replications. The treatments consisted of three spacings and three plant densities. Sowing took place on November 22, 2018. The cultivation system used was the conventional one with one scarification and two harrowing. For sowing, the hybrid LG 6033VTpró2 was used. To perform the height evaluation, it was performed observing the distance between the soil surface and the insertion of the last leaf, the stem diameter was measured through the measurement located in the first internode of the plant, to evaluate the insertion height of the first ear. , measured at a distance above ground level approaching the insertion of the upper ear. It was concluded that larger populations increase the productivity, insertion height of the first ear, but decrease the stem diameter per plant. Smaller spacing increases yield / ha, but larger spacing increases plant height, also increasing stem diameter.

Keywords: Plant. Seeding. Treatments. Thatched Diameter



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de Análise de Variância em relação a Diâmetro de Colmo.....	25
Tabela 2: Tabela de Análise de Variância em relação à Altura de Planta.....	27
Tabela 3: Tabela de Análise de Variância em relação à Inserção de Primeira Espiga. .....	29
Tabela 4: Comparação de médias de produtividade através do Teste de Tukey em relação a Inserção de Primeira Espiga a Espaçamento. ....	31
Tabela 5: Comparação de médias de produtividade através do Teste de Tukey em relação a Inserção de Primeira Espiga a População de Plantas. ....	31
Tabela 6: Tabela de Análise de Variância em relação à Produtividade. ....	32
Tabela 7: Comparação de médias de produtividade através do Teste de Tukey em relação ao Espaçamento.....	34
Tabela 8: Comparação de médias de produtividade através do teste de Tukey em relação a População de Plantas.....	35

## LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: Relação Diâmetro de Colmo (cm) com Diferentes Espaçamentos .....	26
Gráfico 2: Relação Diâmetro de Colmo (cm) com Diferentes Populações .....	27
Gráfico 3: Relação Altura de planta (cm) em diferentes Espaçamentos .....	28
Gráfico 4: Relação Altura de planta (cm) em diferentes Populações de Plantas .....	28
Gráfico 5: Relação Inserção Primeira Espiga (cm) em Diferentes Espaçamento .....	30
Gráfico 6: Relação Inserção Primeira Espiga (cm) em Diferentes Populações de Plantas .....	31
Gráfico 7: Relação Produtividade (Sc/ha) em diferentes Espaçamentos .....	33
Gráfico 8: Relação Produtividade (Sc/ha) em diferentes Populações de plantas .....	33

## **1. Sumário**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>14</b>
2.1. Híbridos	14
2.2. Época de semeadura	15
2.3. Déficit hídrico	15
2.4. Profundidade de semeadura	16
2.5. Temperatura	16
2.6. Manejo do solo	17
2.7. Colheita	17
2.8. Rendimento	18
2.9. Espaçamento entre linhas	18
2.10. Densidade de plantas	20
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>22</b>
3.1. Localização do experimento	22
3.2. Delineamento experimental	22
3.3. Área experimental e preparo do solo	22
3.4. Adubação	23
3.5. Adubação de cobertura	23
3.6. Semeadura	23
3.7. Manejo da Cultura	24
3.8. Avaliações	24
3.8.1 Altura de planta	24
3.8.2. Diâmetro de colmo	24
3.8.3. Inserção da primeira espiga	24
3.8.4. Produtividade	24
3.9. Análise estatística	25

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>25</b>
4.1. Diâmetro de Colmo .....	25
4.2. Altura de Planta.....	27
4.3. Inserção Primeira Espiga .....	29
4.4. Produtividade .....	32
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O milho é um cereal com produção expressiva no Brasil, pois além da produção de grãos e óleos, é muito utilizado na alimentação, sua produção ocorre em quase todo território brasileiro, devidos ao seu alto índice produtivo, em função do seu alto potencial de produção, valor nutricional, constitui, atualmente, um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo (SOARES, 2010). Deste modo, vem sendo cultivado em praticamente todo território brasileiro, sendo que a maior concentração desta produção localizada na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste (Garcia et al., 2006).

Assim, Berlato; Farenzena; Fontana (2005), relata que no Estado do Rio Grande do Sul a cultura do Milho é considerada a segunda maior cultura em área cultivada e terceira em relação a produção, Assim, o Brasil vem crescendo a cada ano em relação a produção mundial de grãos, destacando-se a cultura do milho com 30,9% da produção brasileira de grãos (TROGELLO et al., 2013).

Certamente, os avanços tecnológicos o nível médio nacional de produtividade da cultura do milho é muito baixo, cerca de 4.799 kg/ha, fato este que expressa a carência dos diferentes sistemas de produção em relação a utilização dos conhecimentos técnicos, obtendo um aumento na produtividade e na rentabilidade (CONAB, 2016). Ainda que espera-se um aumento em relação ao consumo, ocorrendo uma elevação do rendimento de grãos, gerando cultivares com um maior índice de produtividade, (GUBIANI, 2005).

Modo que, as plantas possuem sensibilidade a água, sendo o milho uma das plantas que possui alta sensibilidade ao excesso de umidade no solo, mesmo por pequenos períodos, não suporta solos alagados, desse modo não deve ser plantado nessas áreas, a não ser que o local obtenha uma excelente drenagem (CRUZ et al., 2011).

Ao mesmo tempo Fancelli (2013) relata que espécie *Zea mays* é considerada como uma das mais bem-dotadas, sob a ótica fisiológica, bem como de elevada capacidade produtiva, no entanto, a expressão destas características depende das condições presentes no ambiente de produção, sendo assim apropriar-se do conhecimento da fisiologia da planta, bem como das estratégias de manejo, em

especial o espaçamento entre linhas e a densidade de plantas para uma garantia de rendimentos. Tal qual sendo utilizado pelo seu alto potencial produtivo, pelo seu valor nutritivo, vem sendo usado na alimentação humana ou alimentação animal, possuindo um papel importante, pois é um alimento indispensável em diversos meios agroindustriais (DEPARIS. G. A., 2006).

Já a cultura do milho vem adequando-se a diversas transformações significativas a campo, mesmo não havendo grandes aumentos na área da cultura a tecnologia vem sendo um dos principais mecanismos para o aumento na produtividade do milho, deste modo as principais transformações que vem ocorrendo pode ser citado a nutrição mineral adequada das plantas, melhoria em relação as características agrônômicas, práticas de manejo assim ocasionando um maior aumento de produtividade (DEPARIS. G. A., 2006).

Ao mesmo tempo, existem variados sistemas de produção de milho, iniciando com a exploração de subsistência com rendimentos menores que 1t.ha na maioria das vezes, utilizando outras culturas em consórcio com o milho, utilizando cultivares transgênicas, sistema de plantio direto e rotação de culturas, atingindo assim um ganho de até 12 t/há, por isso, são oferecidas variedades de sementes melhoras de milho no mercado, sendo híbridos simples, duplos e triplos, acreditando-se que no futuro bem próximo será a cultura que terá maior consumo (CRUZ et al., 2011).

Porém o milho é muito utilizado para a alimentação animal, pois é uma planta que se caracteriza pelo grande potencial de produção de matéria seca e grãos, grande valor proteico e energético, com adequada formação de fibras, sendo também uma boa opção para produção de silagem, disponibilizando aos animais um produto de ótima qualidade (CALONEGO et al., 2011).

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a influência dos diferentes espaçamentos entre linhas e das densidades populacionais na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Híbridos

A partir da década de 60, híbridos obtiveram mudanças em relação a densidade de plantas, assim passando a obter um incremento na densidade populacional mudando de 3,1 a 6,4 plantas/m<sup>2</sup>, com estas alterações são permitidas pelo motivo de mudanças ocorridas na planta, aceitando um aumento significativo, outra alteração que ocorreu nas últimas décadas foi a diminuição no espaçamento (ARGENTA et al., 2001).

Sendo assim, ao utilizar híbridos com menor porte, com um ciclo mais precoce, obtém uma menor massa vegetal, possuindo uma área com menor sombreamento entre plantas, aumenta a área abrangida pela luz solar, deste modo estes híbridos são mais indicados para sistemas de cultivo com um menor espaçamento entre fileiras e uma maior densidade populacional de plantas (CRUZ et al., 2010).

Desta forma a melhor adaptabilidade de híbridos a diferentes populações vem tendo sucesso, em relação a pesquisas envolvendo modificações genéticas, a morfologia e fisiologia de plantas, ocasionando um menor tamanho de pendão, intervalo entre pendramento e o espigamento, diminuindo a estatura e número de folhas, menor acamamento de raízes e colmos (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001).

Assim, com a utilização de tecnologias em milhos híbridos está cada vez sendo mais utilizada e assim obtendo maiores produtividades, no país, 92,7% da área cultivada de milho utiliza híbridos, sendo destinado 61% de híbridos simples, 21,5% híbridos triplos, 10,2% híbridos duplos (GALVÃO et al., 2014).

O intervalo das diferenciações das inflorescências femininas e masculinas é uma das primeiras alterações na fisiologia da planta que afeta o número de espigas férteis produzida pelas plantas (SANGOL et al., 2002). Deste modo, a escolha de híbridos é de extrema importância quando escolhido para a diminuição do espaçamento e aumento da densidade populacional, onde híbridos que possuem alto porte e ciclo longo produzem um alto índice de massa, não proporcionam ou arranjo de plantas considerado bom, caso este que no início do crescimento da planta é prejudicado pela captação de luz (CRUZ et al., 2010).

## 2.2. Época de semeadura

Para a escolha de um bom arranjo de plantas deve-se utilizar de diferentes meios, dentre eles a cultivar a ser utilizada, objetivos que o produtor terá, o nível em tecnologia que será possível utilizar, época a ser implantada a cultura, dentre outros métodos de avaliação (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001).

Segundo Cruz et al (2010), a época de semeadura possui grandes influências no desenvolvimento e crescimento do milho, pois precisa da combinação de dois fatores para obter bons resultados, sendo um destes a etapa de preenchimento de grãos com elevada disponibilidade de radiação solar, ocorrendo redução no rendimento de grãos, onde alguns estudos realizados no Estado do Rio Grande do Sul, a época de semeadura nos meses de agosto e setembro, foram realizadas mais cedo, obtiveram maiores rendimentos, em relação aos outros meses do ano.

Para a cultura do milho atingir o seu maior potencial da capacidade de produção de biomassa, será fundamental que a planta apresente uma apropriada estrutura de interceptação solar disponível, pois para ser obtida terá de ter 85-90% de sua área foliar máxima (DEPARIS. G. A., 2006).

Diferentes variações de plantas podem ocorrer de acordo com a época em que é realizada a semeadura, vigor da semente utilizada, a precisão no momento da semeadura, pois semeaduras realizadas em períodos considerado cedo associado a sementes com um percentual de vigor menor, variação da profundidade da semeadura, aumentam a variabilidade entre plantas, por ter uma influência na velocidade de emergência das plântulas, pela ocorrência de menores temperaturas no solo (ARGENTA et al., 2001).

## 2.3. Déficit hídrico

Segundo estudos realizados por Kunz et al., (2007) quando existe um déficit hídrico, o maior espaçamento no qual possui rendimentos superiores é o de 80 cm, sendo assim em momentos com menos incidência de chuva diminui a captação da radiação solar, pelo motivo de um menor índice de área foliar. Pois afeta diretamente



os componentes da produção do milho, sendo eles o número de espigas por plantas e o número de grãos por espigas (BERGAMACHI et al., 2004).

Já nas propriedades consideradas pequenas, podem ocorrer limitações em relação a mananciais ou equipamentos disponíveis, o que se torna mais relevante, pois para obter-se uma produtividade da cultura do milho adequada, a quantidade de água não é alta, pois a irrigação não necessita ser em grande quantidade de água, desde que supram as necessidades hídricas no período mais crítico (BERGAMASCHI et al., 2004).

Por isso, o conjunto de plantas, o milho define-se pelo alto potencial produtivo, pois possui metabolismo fotossintético do tipo C4, busca mostrar sua alta produtividade, contanto que não ocorra déficit hídrico, a máxima área foliar condiz com a maior disponibilidade de radiação solar, permitindo assim a máxima fotossíntese realizável pela planta, necessitando ainda mais de água disponível (BERGAMASCHI et al., 2004).

#### 2.4. Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura está diretamente relacionada a temperatura do solo, umidade e tipo de solo, fazendo com que a semente tenha um contato direto com a umidade, assim solos pesados e que tenha uma drenagem precária recomenda-se a deposição de 3 e 5 cm, solos leves ou arenosos recomenda-se de 5 a 7 cm para a utilização do benefício da umidade (CRUZ et al., 2010).

#### 2.5. Temperatura

Para o bom desenvolvimento do milho, também é necessário o cuidado com a temperatura, sendo assim a temperatura ideal deverá ser entre 24 e 30° da emergência floração, pois o milho precisa concentrar diferentes quantidades de

energia calórica necessária a cada fase de crescimento e desenvolvimento (CRUZ et al., 2010).

## 2.6. Manejo do solo

Quando utilizado sistemas de manejo do solo, o objetivo de reverter processos de degradação, tem proporcionado ganhos ambientais, ganhos em aumentos de produtividade, fazendo com que o plantio direto tenha um papel fundamental, aumentando a água armazenada no perfil do solo, ocorra uma menor lixiviação dos nutrientes e um maior acréscimo no teor de matéria orgânica (BORGHI; MELLO; CRUSCIOL, 2004).

Bem como, conforme Trogello et al. (2013) o uso de incremento de alguma palhada é de real necessidade para o uso da semeadura direta, mas surgem dificuldades para a realização de uma semeadura apropriada pela grande quantidade cobertura vegetal, deste modo. Deste modo, a força necessária para realizar a semeadura de milho em sistema plantio direto deverá ser superior do que quando implantado sob sistema convencional, muitas vezes causando o embuchamento de máquinas, depositando a semente sobre a superfície da palha, conseqüentemente ocorrendo falhas (FRABETTI et al., 2011).

Do mesmo modo que, formas de manejo ambiental podem obter resultados significativos, como a disposição em que as plantas são distribuídas a uma determinada densidade, assim direcionando as linhas de maneira geral em sentido Norte-Sul, obtendo uma maior interceptação solar, tendo um maior ganho do que sendo implantado em sentido Leste-Oeste (DEPARIS. G. A., 2006).

## 2.7. Colheita

Segundo Fornasier Filho (2016) relata que com a redução no espaçamento entre linhas da cultura do milho, deve-se fazer um investimento em plataformas específicas para a colheita, gerando custos ao produtor. Pois no passado a colheita era feita manualmente, já em dias atuais colhedoras se fazem presentes em todas regiões do país, através de altas tecnologias e grande desempenho de operação, fazendo com que ocorra uma menor perda da produção na lavoura (GALVÃO et al., 2014).

## 2.8. Rendimento

Carneiro & Gerage (1991), alegam que se pode obter um maior rendimento de grãos utilizando espaçamentos entre linhas menores, assim dependendo das características genéticas das cultivares utilizadas, utilizando espaçamentos entre linhas reduzido, acaba afetando o rendimento de grãos de milho. Assim, o rendimento na implantação de milho aumenta até um certo ponto, como exemplo no aumento da população, onde a fator que determina é o genótipo e condições do clima, a partir disso mesmo com o aumento de plantas os valores tendem a diminuir ocasionando em perdas na produção (ARGENTA et al., 2001).

## 2.9. Espaçamento entre linhas

O espaçamento entre linhas ideal, é função de variáveis como: característica genética das cultivares, fertilidade do solo, nível de adubação, fatores climáticos, tratos culturais e métodos de colheita, logo, considerando e analisando a interação de todas essas variáveis, deve-se utilizar o espaçamento de acordo com cada realidade (CARNEIRO & GERAGE, 1991). Onde para obter uma maior produção de grãos de milho e número de plantas em área, diminuir o espaçamento entre linhas é uma escolha ideal no momento da semeadura (GROSS; PINHO; BRITO, 2005).

Além disso, avaliar novas cultivares no mercado usando diferentes espaçamentos entre linhas e densidade de plantas é importante, pois são plantas que possuem um porte menor e uma área foliar mais ereta em relação a cultivares mais antigas, com isso a planta é favorecida através de uma distribuição mais homogênea na área, tendo um aumento na produtividade (ALVARES; PINHO; BORGES, 2004).

Porém algumas vantagens em relação à diminuição do espaçamento são claras, quando utiliza-se densidades de semeaduras mais elevadas, o aumento em rendimento de grãos pelo motivo de uma melhor distribuição de plantas na área, obtém um melhor aproveitamento da radiação solar, água e nutrientes, um melhor controle de plantas daninhas pelo motivo do fechamento mais rápido dos espaços, sendo menos favoráveis a infestação (FORNASIERI FILHO, 2016).

Segundo estudos realizados por Argenta et al. (2001), ao utilizar a redução do espaçamento entre linhas, possui uma diferença pela escolha da cultivar de híbridos e pela população de plantas, ocorrendo um maior ganho em função de uma melhor distribuição de plantas. Já a utilização de espaçamento reduzido faz com que melhore a distribuição de sementes e adubo no sulco de semeadura, diminuindo os riscos em relação a danos mecânicos que possam ocorrer à semente em virtude da menor quantidade de sementes por metro linear (SANGOI & SILVA, 2016).

De fato, o menor espaçamento apresenta uma redução na energia repassada as plantas através da superfície do solo, pelo motivo de suceder um maior sombreamento de plantas, assim fazendo com que ocorra uma diminuição da evaporação da água, sendo disponível um maior índice de energia luminosa para que aconteça a fotossíntese, somando com diferentes fatores, uma ocorrência de maior rendimento (FILHO; CRUZ; KARAM, 2013).

Para o uso de maior população e menor espaçamento vários fatores tem contribuído, como a implantação de novos híbridos simples obtendo um maior valor produtivo, um maior uso de fertilizantes no campo, um controle mais adequado e correto de plantas daninhas e também por maiores avanços no manejo da cultura do milho, já com o uso de menor espaçamento possui uma dificuldade em realizar diferentes tratos culturais feitos em pós emergência na cultura do milho (ARGENTA et al., 2001).

Além disso, efeitos positivos estão ocorrendo na diminuição do espaçamento com populações altas, como exemplo a população em torno de 80.000 plantas/ha, pois no passado usava-se espaçamentos em torno de 90 cm e população de 50.000 plantas/há, deste modo, é importante o uso de boas pesquisas para o melhor uso de população e espaçamentos adequados para que se obtenha maiores produtividades em função destes para a cultura do milho, como também conhecer os matéria genéticos para diferentes regiões (SILVA et al., 2014).

Bem como, Argenta et al., (2001) afirma que para um bom rendimento de grãos de milho um menor espaçamento entre as linhas irá variar de acordo com o híbrido a ser utilizado e por diferente densidade populacional de plantas, onde o uso de um menor espaçamento entre linhas pode acrescentar em uma maior produtividade de grãos, fazendo com que tenha uma melhor distribuição espacial de plantas e maior interceptação de radiação solar (ARGENTA et al., 2001).

Do mesmo modo, Kunz et al. (2007) ao buscar-se objetivos na alteração do arranjo de plantas, através da redução de espaçamentos entre linhas, relata que é necessário que a cultura capture o máximo de radiação solar, aumentando a quantidade de energia absorvida por determinada unidade de área e tempo, assim tendo em vista sempre um melhor arranjo de plantas.

Porém a distribuição do sistema radicular das plantas utilizando menor espaçamento ocupa um maior volume de solo, favorecendo melhores aproveitamentos de nutrientes, água e a ocorrência de um menor número em relação a acamamento de plantas (DEPARIS, 2006).

#### 2.10.Densidade de plantas

Ao pensar no aumento de produtividade das plantas que são cultivadas, dependem da duração do período em que captam a radiação solar, na eficiência da fotossíntese e a distribuição dos fotoassimilados produzido para o atendimento das demandas, aumentando a densidade de plantas superestima a interceptação solar, com isto, poderá ocorrer uma redução na transferência para a produção de grãos, aumentando o intervalo entre antese, o espigamento e a redução no número de grãos por espiga (SANGOI et al., 2002).

Embora Argenta et al., (2001) relata que a necessidade nutricional da planta deve ser pensado no momento em que é escolhido a população, pois a cultura do milho tem exigência alta em relação a adubação, respondendo gradativamente a altas adubações, ocorrendo de forma positiva apenas quando os diferentes níveis estiverem de forma ótima no meio, tendo um dos principais o nitrogênio, responsável pelos altos índices de produtividade. Assim, genótipos e densidades elevadas de plantas, possuem um elevado número de plantas na área, sendo necessário aumentar as doses de nitrogênio (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001).

O rendimento de grãos tem influência significativa em relação a densidade de plantas, onde maiores produtividades de híbridos ocorrem em densidades acima de 70 mil plantas/ha, dependendo do híbrido a ser usado, o espaçamento junto com a densidade populacional é uma prática que garante aumento de produtividade, deste modo, variáveis que sofrem diferenças quando avaliados sobre aumento da

densidade de plantas são: valores médios de altura, altura de planta, acamamento, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, diâmetro de sabugo, número de grãos por fileira, massa de cem grãos e produtividade (MARCHÃO et al., 2005).

Da mesma forma vários métodos para avaliação de produtividade de milho, a densidade populacional é a que mais se destaca entre todas, ocorrendo um melhor arranjo de plantas, pelo motivo de ocorrer uma melhor interceptação solar, consequentemente melhorando a distribuição das plantas no campo (FARINELLI et al., 2012).

Onde, a grande sensibilidade de híbrido mais antigos em relação ao uso de elevadas densidade de plantas de milho teve uma grande motivação em relação a pesquisas para ocorrer um desenvolvimento de genótipos com uma melhor adaptação a estresses causados por altas densidades de plantas, ocorrendo resultados importantes para híbridos que estão sendo cultivados na região Sul do Brasil, como apresentar uma elevada produção (SANGOI et al., 2002).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Localização do experimento

O experimento foi realizado na propriedade do Sr. Gilberto Vogel, município de Cândido Godói-RS. A unidade experimental está localizada entre as coordenadas 27°59'09"S e 54°45'14"O, No local o solo é caracterizado como um Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013).

#### 3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o Delineamento em Blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 3x3 com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por três espaçamentos 22,5 cm, 45,0 cm, 67,5 cm, e três densidades de plantas (50.000, 60.000, 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>). Assim distribuiu-se 1.3, 1.6, 1.9 sementes por metro linear para o espaçamento 22,5 cm entre linhas, 2.6, 3.2, 3.7 sementes por metro linear para espaçamento 45 cm entre linhas e 4.0, 4.8, 5.6 sementes por metro linear para espaçamento 67,5 cm entre linhas.

As unidades experimentais são constituídas de 10 metros de comprimento por 4 metros de largura, totalizando 40 m<sup>2</sup>. A área útil determinada pelo efeito de bordadura, utilizando apenas as linhas centrais, sendo utilizado a área útil da parcela, 18 m<sup>2</sup>. A semeadura ocorreu no dia 22 de novembro de 2018.

#### 3.3. Área experimental e preparo do solo

A área experimental encontrava-se em pousio por 7 meses, onde apresentava – se uma área apenas com plantas daninhas.

O sistema de cultivo empregado foi o convencional com uma escarificação e duas gradagens. Para realizar a escarificação utilizou-se um escarificador 7 hastes operando em profundidade média de 20 cm. Para gradagem foi utilizado uma grade niveladora com 36 discos operando a uma profundidade média de 10 cm.

### 3.4. Adubação

Para indicação da adubação, coletou-se amostras de solo com pá de corte, posteriormente acondicionadas em sacos plásticos (ESCOSTEGUY et al. 2016). A análise foi realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Setrem. A partir do laudo da análise de solo realizou-se a recomendação para produtividade estimada de 8,0 t ha segundo o manual de calagem e adubação.

A dosagem recomendada foi de 900 kg de calcário a fim de realizar a correção de pH do solo, utilizou-se a adubação, para realizar a necessidade de Nitrogênio, Fosforo e Potássio para a cultura do milho, sendo recomendado 74 kg da mistura de adubo com uma fórmula química 5-30-20, deste modo, 5% da formula possui Nitrogênio, 30% possui Fósforo e 20% possui de Potássio, distribuído no valor total de todas as parcelas.

### 3.5. Adubação de cobertura

A adubação de cobertura foi realizada no estágio de V6 e V8, caracterizado pela inserção da sexta e oitava folha completa desenvolvida, sendo realizado duas aplicações (FARINELLI et al., 2012), aplicando-se 45 kg de N em cada aplicação, totalizando 90 kg, na forma de ureia 45%.

### 3.6. Semeadura

Para semeadura utilizou-se o híbrido LG 6033VTpró2®, com germinação mínima de 85%, utilizando uma semeadora manual (“saraquá”). Distribui-se as sementes nos espaçamentos adequados de acordo com os tratamentos utilizando uma profundidade de 5 cm. Após a germinação foi realizado a desbaste a fim de adequar o número de plantas respectivo ao tratamento.

O fertilizante foi distribuído de forma manual, sendo distribuído na linha de semeadura.



### 3.7. Manejo da Cultura

Como método de controle, utilizou-se defensivo agrícola Glifosato, sendo utilizado o produto Roundup Original® DI, em dose de 2 L p.c./ha. Aplicou-se pós emergência da cultura do milho, sendo realizado a aplicação 14 Dias Após Plantio, utilizando máquina costal.

### 3.8. Avaliações

#### 3.8.1 Altura de planta

Para realizar a avaliação de altura de planta foi utilizado uma trena observando a distância entre a superfície do solo e inserção da última folha segundo metodologia proposta por (FARINELLI et al., 2012).

#### 3.8.2. Diâmetro de colmo

O diâmetro do colmo foi mensurado com o auxílio de um paquímetro, sendo medido no primeiro entrenó da planta (FARINELLI et al., 2012).

#### 3.8.3. Inserção da primeira espiga

Para realizar a avaliação de altura de inserção da primeira espiga, foi medido através de uma trena medindo-se a planta na distância acima do nível do solo aproximando a inserção da espiga superior (FARINELLI et al., 2012).

#### 3.8.4. Produtividade

Conforme Farinelli et al (2012), a colheita realizada no estágio fenológico R6, sendo avaliado o peso de grãos e número de espigas por unidade experimental. Debulha realizou-se através de uma debulhadora manual. Teor de umidade calculado para 13% de base úmida (MAPA, 2009).

### 3.9. Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o auxílio do software SISVAR. Comparando médias, através da análise de variância, (ANOVA). (FARINELLI et al., 2012).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Diâmetro de Colmo

Para a interpretação dos dados foi realizado a análise de variância para diâmetro de colmo (Tabela 1), percebendo assim se houve interação entre espaçamento e população de plantas, para realizar a análise de dados.

Tabela 1: Tabela de Análise de Variância em relação a Diâmetro de Colmo.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	FC	PR>FC
ESPAÇAMENTO	2	18.516296	9.258148	13.277	0,0004
POPULAÇÃO	2	11.931852	5.965926	8.556	0,0030
ESPAÇAMENTO*POPULAÇÃO	4	1.299259	0.324815	0.466	0,7599
BLOCOS	2	0.422963	0.211481	0.303	0,7425
ERRO	16	11.157037	0.697315		
TOTAL CORRIGIDO	26	43.327407			
CV (%) =	4.53				
MÉDIA GERAL:	18.4481481		Nº observações:	27	

Fonte: Autor

Através da Tabela 1, percebe-se que o F Calculado é menor que o F tabelado, não havendo diferença significativa entre as variáveis espaçamento e população, em relação ao diâmetro de colmo, a um Coeficiente de Variação de 4.53, atingindo uma média geral de 18.45 cm.

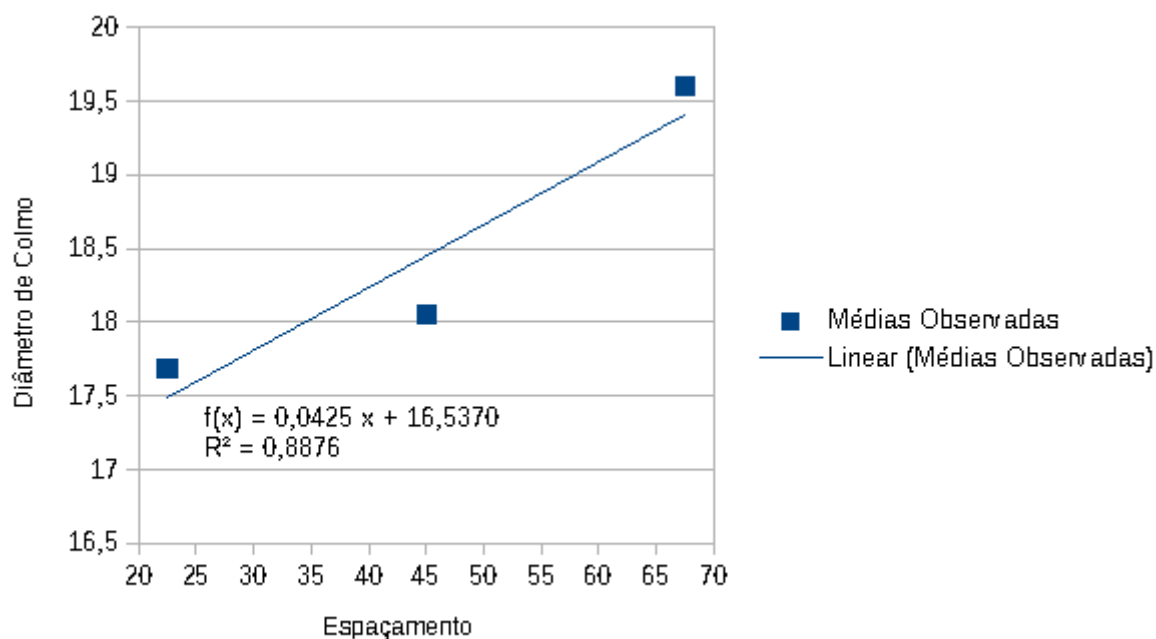


Gráfico 1: Relação Diâmetro de Colmo (cm) com Diferentes Espaçamentos

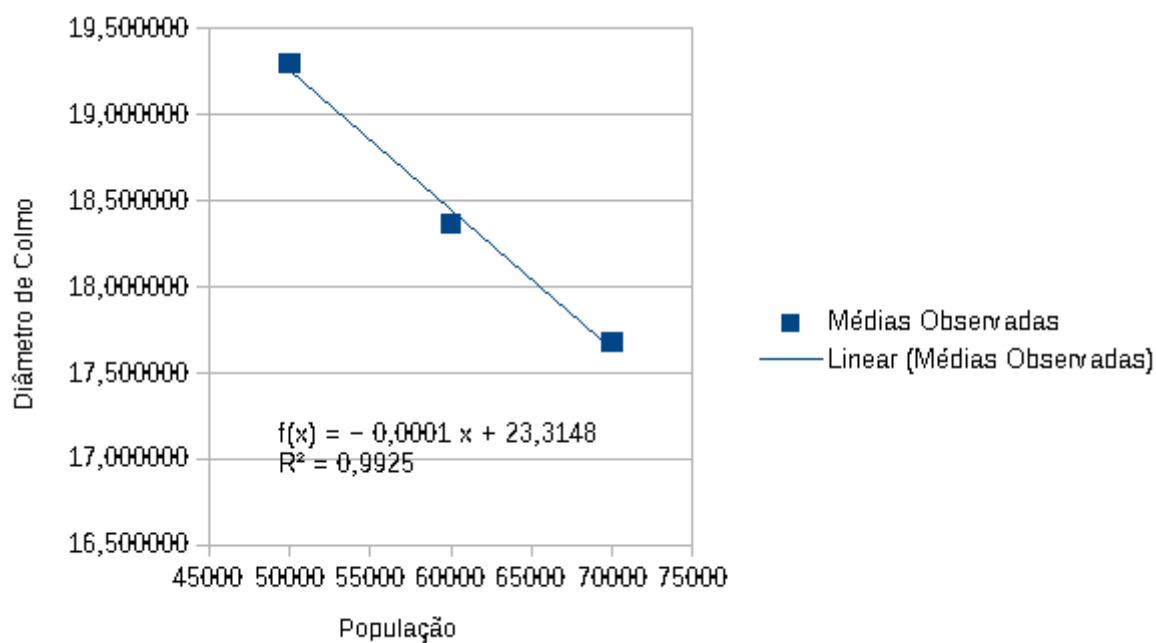


Gráfico 2: Relação Diâmetro de Colmo (cm) com Diferentes Populações

Para diâmetro de colmo o maior espaçamento entre linhas de 67,5 cm obteve maiores valores, como demonstra o gráfico 1.

Resultados através de população de plantas, a menor população de 50.000 mil plantas/ha, obtiveram maiores valores. Segundo Sangoi (2002), maiores populações causam uma redução de diâmetro de colmo, pelo motivo de haver um suprimento de água e nutrientes, devido a competição por luz que atingiu o crescimento de planta em relação à altura.

Deste modo, maiores espaçamentos e menores populações de plantas tiveram os maiores valores analisados, conforme gráfico 1 e gráfico 2.

#### 4.2. Altura de Planta

Para a interpretação dos dados foi realizado a análise de variância para altura de planta (Tabela 2), percebendo assim se houve interação entre espaçamento e população de plantas, para realizar a análise de dados.

Tabela 2: Tabela de Análise de Variância em relação à Altura de Planta.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	FC	PR>FC
ESPAÇAMENTO	2	0.051607	0.025804	14.667	0,002
POPULAÇÃO	2	0.009385	0.004693	2.667	0,1001
ESPAÇAMENTO*POPULAÇÃO	4	0.001037	0.000259	0.147	0,9615
BLOCOS	2	0.000452	0.000226	0.128	0,8804
ERRO	16	0.028148	0.001759		
TOTAL CORRIGIDO	26	0.090630			
CV (%) =	1.54				
MÉDIA GERAL:	2.7237037		Nº observações:	27	

Fonte: Autor

Através da Tabela 2, percebe-se que o F Calculado é menor que o F tabelado, deste modo, não havendo diferença significativa entre as variáveis espaçamento e população, em relação à altura de planta, a um Coeficiente de Variação de 1.54, atingindo uma média geral de 2.73 cm.

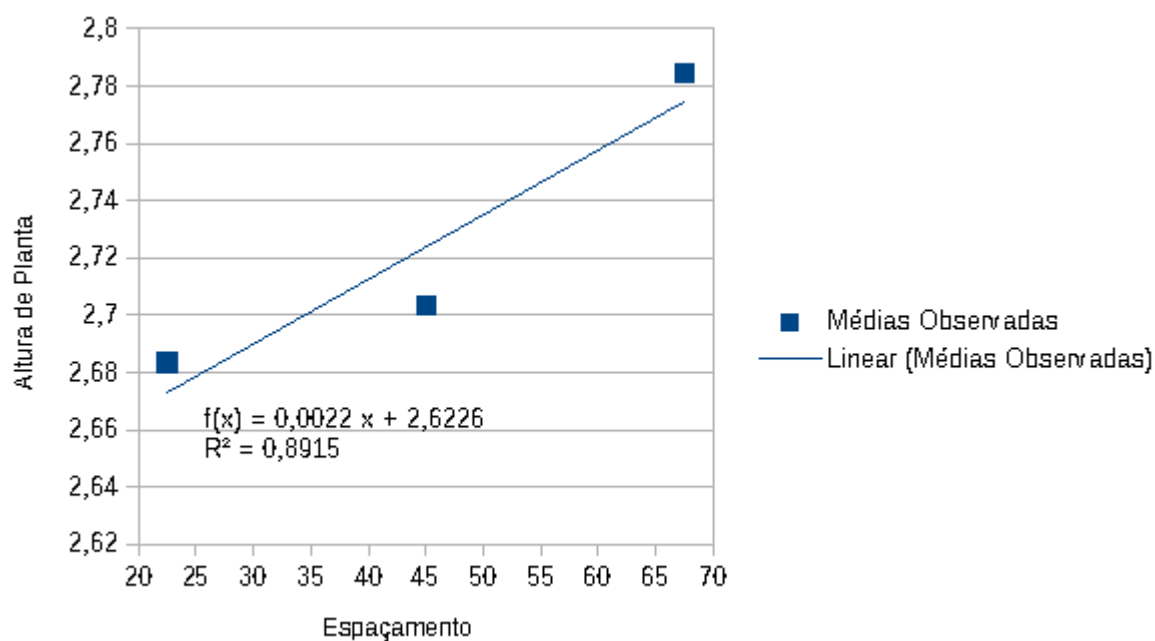


Gráfico 3: Relação Altura de planta (cm) em diferentes Espaçamentos

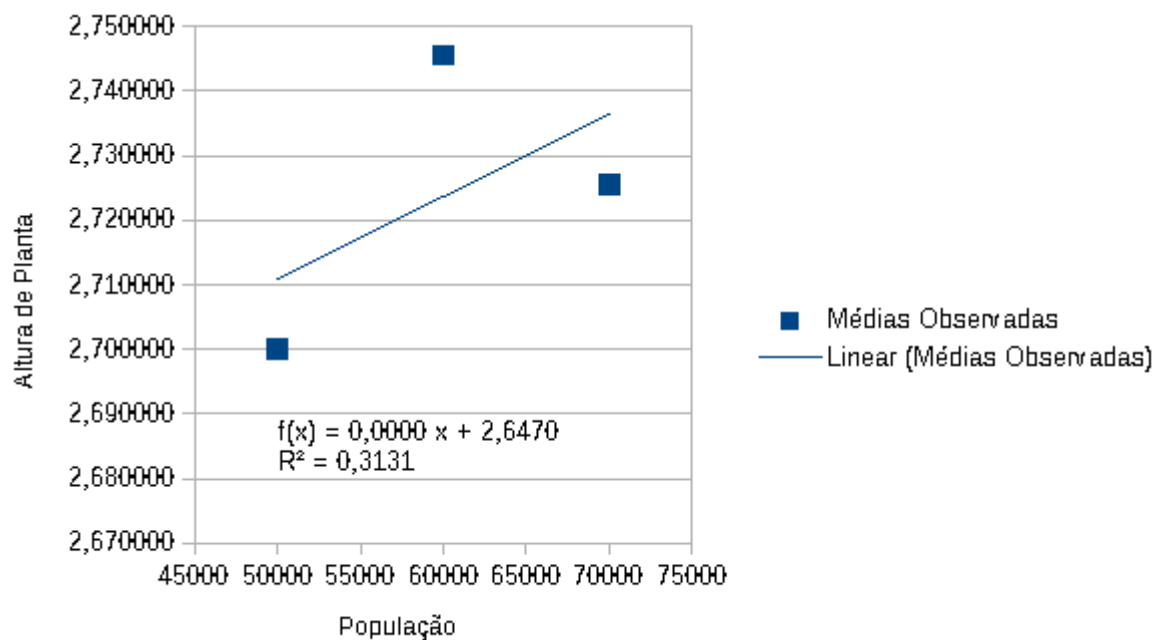


Gráfico 4: Relação Altura de planta (cm) em diferentes Populações de Plantas

Em relação à Altura de Planta espaçamentos maiores como de 67,5 cm, obtiveram uma maior média de altura, conforme mostra o gráfico 3, resultado semelhante ao trabalho desenvolvido por (GROOS, PINHO, BRITO, 2006).

Com a redução do espaçamento, diminui a altura de planta, pelo motivo de reduzir o espaçamento entre linhas, mantendo a população, reduzindo competição de plantas por luz, nutrientes, água, visando uma melhora em distribuição de plantas (ARGENTA et al., 2001).

Segundo Calonego et al., (2011) no qual desenvolveu um trabalho similar, observaram também que um maior crescimento foi afetado significativamente pela população de plantas, onde a população de 60.000 mil plantas/ha, obtiveram um maior crescimento em altura de plantas de milho, conforme demonstra o gráfico 4.

Deste modo, espaçamentos maiores e populações de 60.000 mil/ha obtiveram maiores alturas em relação aos demais espaçamentos e populações de plantas, no qual mostra o gráfico 3 e gráfico 4.

#### 4.3. Inserção Primeira Espiga

Para a interpretação dos dados foi realizado a análise de variância para inserção de primeira espiga (Tabela 3), percebendo assim se houve interação entre espaçamento e população de plantas, para realizar a análise de dados.

Tabela 3: Tabela de Análise de Variância em relação à Inserção de Primeira Espiga.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	FC	PR>FC
ESPAÇAMENTO	2	0.128541	0.064270	23.601	0,0000
POPULAÇÃO	2	0.067341	0.033670	12.365	0,0006
ESPAÇAMENTO*POPULAÇÃO	4	0.015615	0.003904	1.434	0,2683
BLOCOS	2	0.012830	0.006415	2.356	0,1269
ERRO	16	0.043570	0.002723		
TOTAL CORRIGIDO	26	0.267896			
CV (%) =	4.28				
MÉDIA GERAL:	1.2196296		Nº observações:	27	

Fonte: Autor

Através da Tabela 3, percebe-se que o F Calculado é maior que o F tabelado,

havendo diferença significativa entre as variáveis espaçamento e população, sobre Inserção de Primeira Espiga, a um Coeficiente de Variação de 4.28, atingindo uma média geral de 1.21 m, como a interação apresentou resultado significativo, comparou-se as médias utilizando o Teste de Tukey, conforme a tabela 4 e tabela 5.

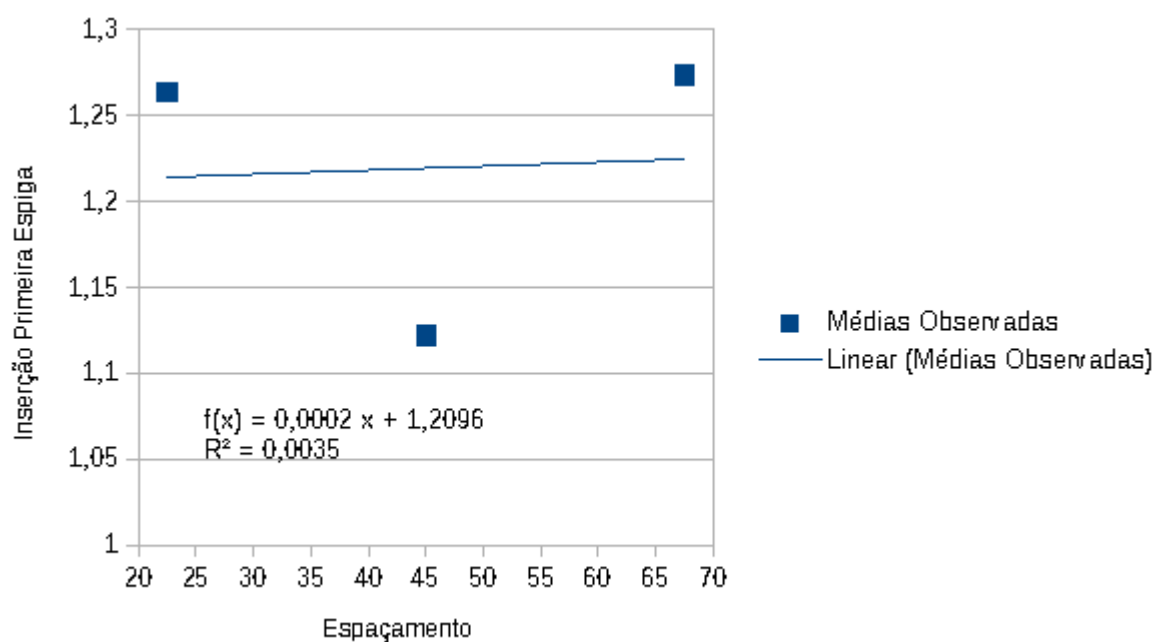


Gráfico 5: Relação Inserção Primeira Espiga (cm) em Diferentes Espaçamento

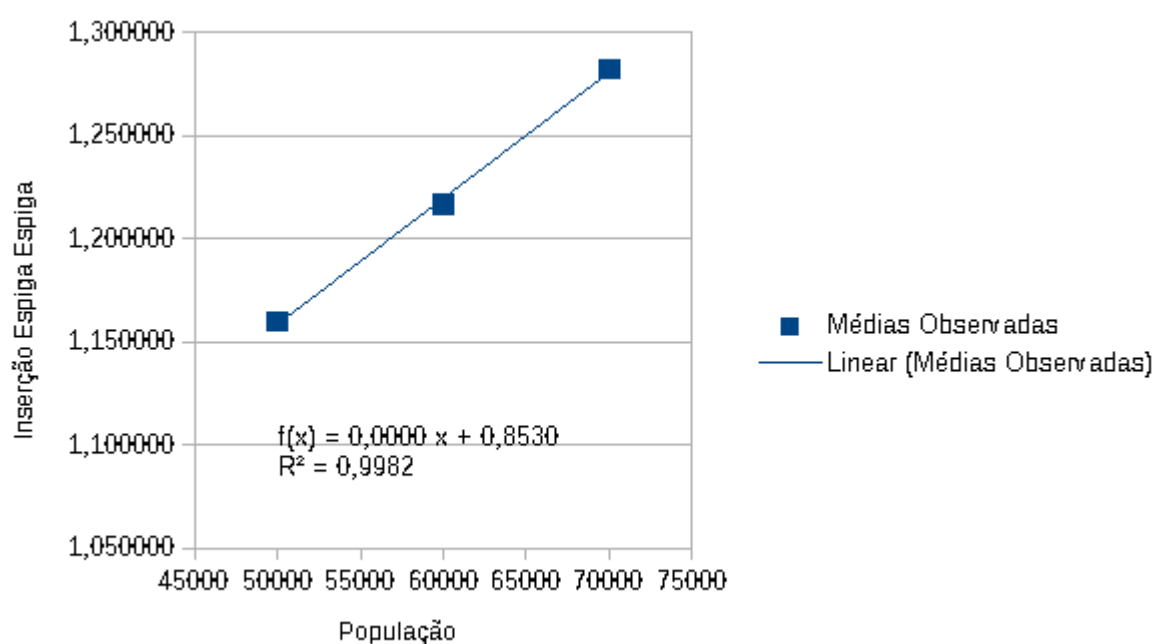


Gráfico 6: Relação Inserção Primeira Espiga (cm) em Diferentes Populações de Plantas

O espaçamento teve influência na altura de Inserção de Primeira Espiga, assim, apresentando os maiores valores, conforme demonstra o gráfico 5.

A maior população de plantas teve uma maior altura de inserção de primeira espiga conforme o gráfico 6, caso semelhante obtido por Marchão et al., (2005), caso este que é relatado que um maior crescimento, ocasionando maior altura de inserção de espiga, pode ser em função da competição por luz, assim, não ser tão rigoroso em híbridos de menor porte.

Tabela 4: Comparação de médias de produtividade através do Teste de Tukey em relação a Inserção de Primeira Espiga a Espaçamento.

TRATAMENTOS	MÉDIAS
45	1,222222 a1
22,5	1,263333 a2
67,5	1,273333 a2

Fonte: Autor. Médias do fator A com médias, não seguidas pela mesma letra diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A tabela 4 demonstra que os espaçamentos 67,5 cm e 22,5 cm possuem a maior altura de inserção de primeira espiga, não diferindo significativamente entre si, porém, diferindo do espaçamento 45 cm que apresentou a menor altura de inserção de primeira espiga.

Tabela 5: Comparação de médias de produtividade através do Teste de Tukey em relação a Inserção de Primeira Espiga a População de Plantas.

TRATAMENTOS	MÉDIAS
50000	1,160000 a1
60000	1,216667 a1
70000	1,282222 a2

Fonte: Autor. Médias do fator D com médias, não seguidas pela mesma letra diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Segundo a tabela 5, a população de plantas que obteve maior altura de inserção de primeira espiga foi de 70000 plantas/ha, diferindo significativamente das populações de plantas 50000 e 60000 plantas/ha.



#### 4.4. Produtividade

Para a interpretação dos dados foi realizado a análise de variância para produtividade (Tabela 4), percebendo assim se houve interação entre espaçamento e população de plantas, para realizar a análise de dados.

Tabela 6: Tabela de Análise de Variância em relação à Produtividade.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	FC	PR>FC
ESPAÇAMENTO	2	23,291852	11,645926	0,070	0,9329
POPULAÇÃO	2	9564,12963	4782,064815	28,634	0,0000
ESPAÇAMENTO*POPULAÇÃO	4	953,054815	238,263704	1,427	0,2704
BLOCOS	2	1731,436296	865,718148	5,184	0,0184
ERRO	16	2672,110370	167,006898		
TOTAL CORRIGIDO	26	14944,022963			
CV (%) =	8.11				
MÉDIA GERAL:	159.2629630		Nº observações:	27	

Fonte: Autor

Através da Tabela 1, percebe-se que o F Calculado é maior que o F tabelado, havendo diferença significativa entre as variáveis espaçamento e população, em relação a produtividade, a um Coeficiente de Variação de 8.11, atingindo uma média geral de 159.26 Sacas/há, como a interação apresentou resultado significativo, comparou-se as médias utilizando o Teste de Tukey, conforme a tabela 7 e tabela 8.

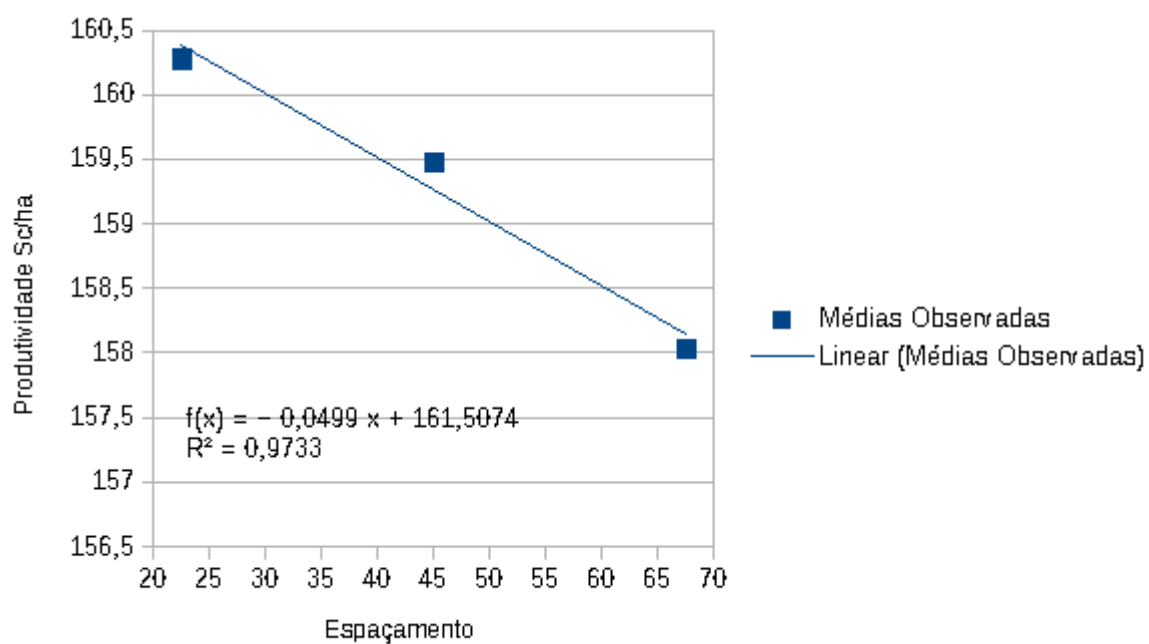


Gráfico 7: Relação Produtividade (Sc/ha) em diferentes Espaçamentos

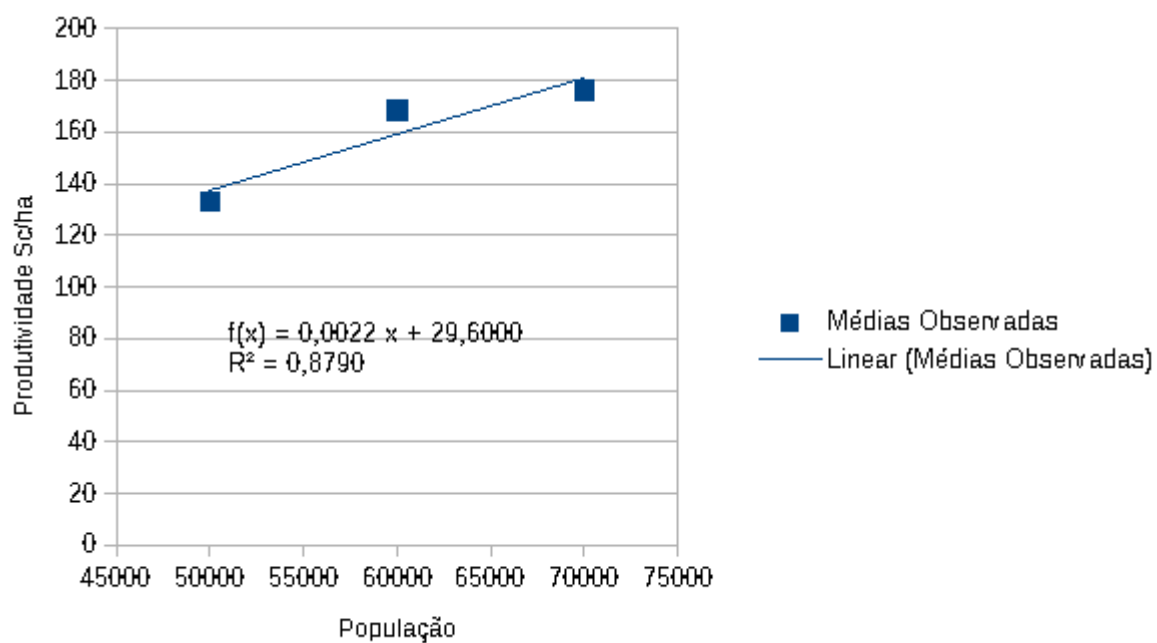


Gráfico 8: Relação Produtividade (Sc/ha) em diferentes Populações de plantas

Baixa densidade de população de plantas, ocorre uma redução de interceptação da radiação solar, tendo um favorecimento de produção de grãos, porém ocorrendo uma redução de produtividade (SANGOI, 2002).

Quando realiza-se um incremento em relação a aumento de população de plantas, possui uma redução no tamanho de espigas, obtendo um menor tamanho de espiga, como também uma diminuição de seu índice por planta, porém, ocorre um ganho pelo motivo no aumento do número de plantas por área (DOURADO NETO et al., 2003).

O comportamento citado anteriormente, pode ser observado através do gráfico 7 e gráfico 8, no qual mostra que a produtividade (Sc/ha) aumenta com a diminuição do espaçamento e com o incremento da população de plantas.

Tabela 7: Comparação de médias de produtividade através do Teste de Tukey em relação ao Espaçamento.

TRATAMENTOS	MÉDIAS
67,5	158,033333 a1
45	159,477778 a1
22,5	160,277778 a1

Fonte: Autor. Médias do fator A com médias, não seguidas pela mesma letra diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Através da Tabela 5, pode-se ver, que mesmo o espaçamento 22,5 cm possuir um maior ganho em sacas/ha, este não difere significativamente dos demais espaçamentos usados no tratamento, não sendo viável a recomendação por existir uma dificuldade de possuir uma regulagem de semeadora com espaçamento tão baixo, podendo ser usado como alternativa o espaçamento 45 cm e 67,5 cm.

Tabela 8: Comparação de médias de produtividade através do teste de Tukey em relação a População de Plantas.

TRATAMENTOS	MÉDIAS
50000	133,022222 a1
60000	168,522222 a2
70000	176,244444 a2

Fonte: Autor. Médias do fator D com médias, não seguidas pela mesma letra diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A tabela 6 demonstra que as populações 60000 e 70000 plantas/ha, obtiveram um resultado significativo estatisticamente diferindo da população 50000 plantas/ha, deste modo recomenda-se as populações 60000 e 70000 plantas/ha, onde a população de 70000 plantas apresenta maior valor de sacas/ha, mas não diferindo da população de 60000 plantas.

## 5. CONCLUSÃO

Populações maiores aumentam a produtividade, aumenta a altura de Inserção de Primeira Espiga, mas diminuem o Diâmetro de Colmo por planta.

Espaçamentos menores, aumentam a produtividade/ha, não sendo viável a utilização de espaçamentos menores que 45 cm, pelo motivo de não haver diferença significativa ao usar espaçamentos muito baixos, porém espaçamentos maiores aumentam altura de planta, também aumentar o diâmetro de colmo.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. G. D.; PINHO, R. G. V.; BORGES, I. D. **Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas**. Revista Ciências Agrotecnicas, Lavras, 2006.
- ARGENTA, G. et al. **Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas**. Ciência Rural, Santa Maria, 2001.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. **Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, 2001.
- BERGAMACHI, H. et al. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos**. Revista pesquisa agropecuária brasileira. Brasília, set. 2004.
- BERLATO, M. A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. **Associação El Niño Oscilação Sul e a produtividade do Milho no Estado do Rio Grande do Sul**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, 2005.
- BORGHI, E.; MELLO, L. M. M.; CRUSCIOL, C. A. C. **Adubação por área e por planta, densidade populacional e desenvolvimento do milho em função do sistema de manejo do solo**. Revista Acta Scientiarum, Maringá, 2004.
- CALONEGO, J. C. **Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas**. Revista agrarian, Dourados, 2011.
- CARNEIRO, G. E. S. & GERAGE, A. C. **Densidade de semeadura**. In: FIAPAR. **A cultura do milho do Paraná**. Londrina IAPAR, 1991. p. 63-70.
- CRUZ, J. C. et al., **Cultivo do Milho**. Embrapa milho e sorgo. Sistemas de Produção, X Versão Eletrônica - 6ª edição. [S.l.], Set./2010.
- CRUZ, J. C. et al., **Boas práticas agrícolas: milho**. Embrapa milho e sorgo, Sete Lagoas, MG, 2011.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento. Milho, Safra 2015/2016. Primeira Safra.** [S.l.]. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em 15 de Setembro de 2018.

DEMÉTRIO, C. S. et al., **Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais.** Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, Jaboticabal, 2008.

DEPARIS, G. A. **Espaçamento, adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Candido Rondon, 2006.

DOURADO NETO, et al., **Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade.** Revista brasileira Milho e Sorgo, [S.l.], 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 306p.

ESCOSTEGUY et al. Amostragem de solo e plantas. In: DA SILVA et al. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** 11. ed. Comissão de química e fertilidade do solo – RS/SC, 2016.

FANCELLI, A. L. **Milho: Estratégias de manejo.** Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2013, p. 180, TAIZ.

FARRINELI, R.; PENARIOL, F. G.; FILHO, D. F. **Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais.** Revista Científica, Jaboticabal, 2012.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho.** Jaboticaba, São Paulo, Brasil, 2007. Cap. 6, p. 298-300.

FRABETTI, D. R. et al., **Desenvolvimento e avaliação do desempenho de uma semeadora puncionadora para plantio de milho.** Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, [S.l.], 2011.

GALVÃO, J. C. C. et al., **Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho**. Revista Ceres, Viçosa, 2014.

GARCIA, J. C. et al., **Aspectos econômicos da produção e utilização do milho**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sete Lagoas, 2006.

GROSS, M. R.; PINHO, R. G. V.; BRITO, A. H. **Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto**. Revista Ciências Agrotecnicas, Lavras, 2006.

GUBIANI, É. I. **Crescimento e rendimento da soja em resposta a épocas de semeadura e arranjo de plantas**. 2005. 77p. Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

KUNZ, J. H. et al., **Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamentos e disponibilidade hídrica**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 2007.

MAPA, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuaria. Brasília: MAPA/ ACS, 2009. P. 315-321

MARCHÃO, R. L. et al., **Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Jataí, 2005.

MERROTO JUNIOR, A.; ALMEIDA, M. L.; FUCHS, O. **Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas**. Revista Ciência Rural, Santa Maria, 1997.

PEREIRA FILHO, I. A. ; CRUZ, J. C.; KARAM, D. **Milho: Redução do espaçamento entre linhas: Uma adoção tecnológica**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2013.

SANGOI, L. et al., **Bases morfológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidade de plantas**. Acesso em Bragantia, Campinas, 2002.



SANGOI, L. & SILVA, P. R. F. **Estratégias de manipulação do arranjo de plantas e desempenho agrônomo do milho.** In: WORDELL FILHO, J. A. e CHIARADIA, L. A. **A cultura do milho em Santa Catarina.** 3ª ed. Epagri, Santa Catarina, Brasil, 2016. Cap. 3, p. 107.

SILVA, A. F. et al., **Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, [S.I.], 2014.

SOARES, F. C. **Análise de viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho (Zeamays L.).** 2010, 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TROGELLO, E. et al., **Manejo de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade do milho.** Revista Brasileira Engenharia Agrícola, [S.I.], 2013.